

# 基于数字孪生与软件工具的虚实融合教学模式 ——化工实验环保能力分层培养体系的构建与实践

凌浩，胡夏一，赵芸蕾

湘潭大学，湖南 湘潭 411105

DOI: 10.61369/VDE.2025150027

**摘要：**近些年，随着数智化教育转型进程稳步推进，基于数字孪生与软件工具实施虚实融合教学也逐渐成为全新的教学趋势，而且分层培养体系的构建，也为增强化工实验环保能力培养效果创设了良好环境。所以，在化工实验环保能力培养中，教师应该充分发挥数字孪生与软件工具的技术优势，并构建完善的分层培养体系，以此促进学生的团队协作和沟通能力，并有效增强他们的化工实验环保能力，促使他们实现真正意义上的全面发展。对此，本文首先阐述化工实验环保能力分层培养体系的构建意义，接着提出行之有效的构建策略，以期为相关研究者提供一定的参考与借鉴。

**关键词：**数字孪生；软件工具；虚实融合教学模式；化工实验环保能力；分层培养

## Virtual-Real Integration Teaching Mode Based on Digital Twin and Software Tools – Construction and Practice of Hierarchical Training System for Chemical Experiment Environmental Protection Ability

Ling Hao, Hu Xiayi, Zhao Yunlei

Xiangtan University, Xiangtan, Hunan 411105

**Abstract :** In recent years, with the steady advancement of the digital and intelligent education transformation process, the implementation of virtual-real integration teaching based on digital twin and software tools has gradually become a new teaching trend. Moreover, the construction of a hierarchical training system has also created a good environment for enhancing the training effect of chemical experiment environmental protection ability. Therefore, in the cultivation of chemical experiment environmental protection ability, teachers should give full play to the technical advantages of digital twin and software tools, and build a sound hierarchical training system, so as to promote students' teamwork and communication skills, effectively enhance their chemical experiment environmental protection ability, and promote their all-round development in a real sense. In this regard, this paper first expounds the significance of constructing a hierarchical training system for chemical experiment environmental protection ability, and then puts forward effective construction strategies, in order to provide certain references for relevant researchers.

**Keywords :** digital twin; software tools; virtual-real integration teaching mode; chemical experiment environmental protection ability; hierarchical training

## 一、化工实验环保能力分层培养体系的构建意义

### (一) 有利于改变沉闷课堂气氛

在以往的化工实验教学中，教学方式相对单一，难以提高学生的课堂参与度，造成课堂气氛相对沉闷。基于数字孪生与软件工具实施虚实融合教学模式，并构建分层培养体系能够有效弥补这一不足，使课堂氛围变得更为有趣生动<sup>[1]</sup>。

数字孪生技术可以将化工实验的真实场景进行数字化模拟，让学生在虚拟环境中进行实验操作。这种方式不仅能够避免传统实验中可能出现的危险和污染，还能让学生更加自由地探索和尝试。同时，软件工具的应用也为教学带来了更多的可能性。教师可以利用软件工具设计各种有趣的教学活动，如实验竞赛、小组

合作等，激发学生的学习兴趣和竞争意识。

在虚实融合教学模式，学生始终处于积极学习状态之中，对化工实验知识展开主动探索，而且他们也可以亲自操作化工实验，更为细致地观察实验现象并分析所产生的数据，由此深度理解化工实验知识。在积极学习状态中，不仅仅能提高学生的课堂参与度，沉闷的课堂气氛也得以改善，进而提高学生的学习效率<sup>[2]</sup>。

### (二) 有利于满足学生个性化发展需求

每个学生都有其独特的学习节奏、兴趣和能力倾向。传统的化工实验教学往往采用统一的教学方法和内容，难以满足每个学生的个性化需求。而基于数字孪生与软件工具的虚实融合教学模式则能够很好地解决这一问题。借助数字孪生技术创建的虚拟实

验环境，学生可以根据自己的实际情况，自主选择实验项目和操作难度。对于基础较为薄弱的学生，可以从简单的实验开始，逐步掌握基本的操作技能和知识；而对于学习能力较强、对化工实验有更浓厚兴趣的学生，则可以挑战高难度的实验项目，深入探究化工实验背后的原理和应用<sup>[3]</sup>。

软件工具的应用可以丰富学生的学习方式与资源，使学生进行自主学习、实验数据分析以及模拟化工实验，并以在线的形式与教师、其他同学进行实时互动、讨论，这不仅能使学生的各项潜力得到进一步激活，他们的个性化需求得到满足。另外，软件工具也能结合学生的反馈，针对性优化化工实验教学方案，实现个性化的教学服务。同时，教师也能依托软件工具准确掌握与<sup>[4]</sup>分析学生的真实情况，提高教学指导的有效性与即时性，助力学生们均能实现个性化成长。

## 二、化工实验环保能力分层培养体系的构建策略

### （一）优化化工 VR 仿真实训系统

第一，引入多种类型的化工实验场景，例如，精细化工实验、大型化工联合实验场景等，向学生提供更多的化工实验机会。同时，加强工 VR 仿真实训系统的互动性，让学生对实验参数自主调整，并观察参数不同实验现象结果的差异性，深化学生认知化工原理的效果。引入智能化反馈系统，如果学生操作有误，立马发出警示，并给出相应的实验修改方案，辅以全面到位的错误剖析、优化建议<sup>[5]</sup>。

第二，增强实训系统的真实感，精细化设置化工实验器材与设备，确保虚拟实验设备与实物外形、材料以及手感十分接近，使模拟出的化工实验更加逼真，让学生产生身临其境的感觉，并且营造出虚拟社交环境，使学生在此环境中与其他同学共同完成实验，增强他们的交际能力与团队协作能力等<sup>[6]</sup>。

第三，定期更新系统内容，在系统中引入前沿实验成果与化工环保技术，使学生能够及时了解最新的行业动态。教师也可以为学生设计 APP 应用，便于他们利用碎片化时间进行化工实验，增强化工实验的灵活性。经过上述优化，化工 VR 仿真实训系统逐渐成为有效培养学生化工实验环保能力的重要渠道。

### （二）构建四阶递进式分层培养体系

第一，基础认知层。在该层次通过理论教学及基础实验演示，使学生初步了解化工实验环保概念、基本原则、规定及相关条例，对化工实验环保产生更为深入的理解。比如，开设化工污染物种类、危害以及常见的环保处理方法等专业课程，并运用视频形式向学生讲解这些课程知识。

第二，技能提升层。在该层次教师应该着重增强学生的化工实验基础操作能力、环保实践能力等，可以对学生开展针对性极强的实验项目，由他们亲自进行实验操作，在实验过程中，掌握化工实验操作的基本技术。例如，让学生做水质分析、废气处理等实验，并严格要求他们按照环保规定去实施操作，并认真地记录好相关数据<sup>[7]</sup>。

第三，综合应用层。在该层次应该引导学生综合应用所学理

论与技能解决化工环保问题，教师可以通过案例分析、项目式学习等方式进行，或者要求学生以小组为单位完成化工实验任务。例如，根据真实的化工产业生产情况，要求学生制定完善的环境友好型的化工实验方案，包括实验开展步骤、实验仪器以及环保措施等，然后再通过虚拟实验验证方案的有效性，并促进学生创造力、问题解决能力以及团队协作能力等得到进一步发展。

第四，创新拓展层。为了促进学生对化工实验进行创新性研究，探索化工实验环保的先进技术及方法，可组织学生参加科技项目、学科竞赛或者科创活动，向他们提供表现自我，展示创新的舞台。比如，引导和鼓励学生关注行业发展新动向和行业中的热点话题，鼓励他们提出实验设想和对策，给予其一定的技术、资金以及人力支持，以促使学生在实践中提高自身创新意识与科研能力<sup>[8]</sup>。

### （三）构建智能 + 考核评价体系

在化工实验环保能力分层培养体系中，构建“人工智能 + 考核”体系属于关键性环节，如此才能全面、客观和及时地考核学生各阶段的知识学习效果、实验成果及成长程度。具体如下：第一，采用大数据处理技术，教师充分利用该技术收集并综合分析学生各种实验操作过程中的数据和事实，例如，在普通试验、研究课题、拓展发明中数据和事实。又或者，学生在仿真模拟训练中各种设备使用的正确性、完成每个任务耗时的长短、解决问题的思路方式等方面的内容，以及实施环境保护方案是否合理、实验数据结果是否正确、创造性思维生成情况等，以此掌握学生的化工实验学习特点、优势和不足，并为制定化工实验教学目标与方案提供方向性参考<sup>[9]</sup>。

第二，利用人工智能技术搭建智能评价模型。通过 AI 形成根据事前制定的评估要素及权重，自动为学生的综合表现进行打分。这些评价要素或因素可以包括理论掌握程度、实验操作能力、创新思维、环境保护意识等。这样，除了能够高效、精确以及及时给出评价结果外，还会生成详细的结果分析，使学生对自己的优缺点有更为准确认知<sup>[10]</sup>。

第三，建立动态的考核评价体系。随着学生在分层培养体系中的不断进阶，考核评价的标准和方式也应相应地进行调整和优化。根据学生所处的不同阶段，设置不同难度和侧重点的考核内容，确保考核评价能够准确反映学生的实际能力水平，激励学生不断进取，最终实现化工实验环保能力的全面提升。

### （四）完善教师培养与引进机制

为了使化工实验环保能力分层培养达到预期效果，学校需要优化教师培养和引进体系，具体如下：第一，经常组织专业的教师培训，培训内容应包括最新环境保护理念，如新的环保处理方式、化学实验技能等，也要包括实践与虚拟结合教学模式的应用，数字孪生与软件工具等信息化工具的使用技巧。或者定期邀请相关领域专家开展线上、线下知识讲座与座谈会等，让教师更加深刻地了解数字孪生技术、软件工具在化工实验中的运用原理与方法等。

第二，鼓励教师积极参加国内外学术交流，通过参加各类学术会议和研讨会，了解化工产业最新的研究成果与理念，丰富

自身的知识储备。再者，教师通过交流沟通，能够共享教学经验，讨论、探讨并解决工作中存在的问题，进而促进教学质量提高<sup>[11]</sup>。

第三，在教师引进方面，要制定具有吸引力的人才引进政策。对于具有丰富化工实验环保教学经验和数字孪生技术应用能力的高层次人才，提供优厚的薪资待遇、科研启动资金和良好的工作环境。同时，注重引进不同专业背景的教师，如化工工程、环境科学、计算机科学等，形成多元化的教师团队，以满足化工实验环保能力分层培养体系中不同课程和教学环节的需求<sup>[12]</sup>。

层培养体系具有显著的优势和重要的实践意义。它不仅能够改善课堂气氛，满足学生个性化发展需求，还为化工实验教学带来了新的活力和机遇。通过优化化工 VR 仿真实训系统、构建四阶递进式分层培养体系、建立智能 + 考核评价体系以及完善教师培养与引进机制等策略的实施，能够有效提升学生的化工实验环保能力，促进学生的全面发展，为化工行业的可持续发展做出更大的贡献。

### 三、结束语

总而言之，基于数字孪生与软件工具的化工实验环保能力分

### 参考文献

- [1] 苗继斌,毛昌杰,金葆康.国家级实验教学示范中心建设中虚实结合实践课程的探索与实践——以化学化工国家级实验教学示范中心(安徽大学)为例[J].大学化学,2024,39(07):106–109.
- [2] 李亚楠,赵婧,刘宏臣,等.Aspen 模拟软件用于化工专业实验教学过程——以三元液液相平衡实验为例[J].化学工程与装备,2023,(10):256–257+262.
- [3] 薛峰,朱珺,王晟,等.“互联网+”化工原理实验教学平台建设助力虚实结合的实验教学[J].化工高等教育,2023,40(05):104–110.
- [4] 唐奕楠,盛含晶,王怡婷,等.智能+虚实结合教学模式在化工原理实验教学中的应用[J].化工管理,2023,(19):51–55.
- [5] 庞庆,潘艳秋.“双碳”目标下化工专业实验虚实结合教学模式的探索与实践[J].化工高等教育,2023,40(01):88–93.
- [6] 刘菊荣,宋绍富,卢素红,等.虚实结合的实验教学模式在精馏实验中的应用[J].化工高等教育,2022,39(06):109–113.
- [7] 刘小娟,吴锋景,颜东.虚拟仿真混合式实验教学在应用型本科院校化工专业的探索[J].科技资讯,2022,20(21):171–174.
- [8] 宋玉彦.技师院校化工类专业基础化学课程分层教学改革研究[J].化工管理,2022,(27):13–16.
- [9] 史德青,李成帅,张会敏,等.化工专升本专业化工原理课程分层教学研究——以中国石油大学胜利学院为例[J].山东化工,2020,49(08):228–230.
- [10] 吴祯祯.仿真软件在化工实验教学中的应用[J].才智,2020,(08):91.
- [11] 徐洁,龚爱琴,王元有.高职化工类专业“基础化学”分层分类教学的探索实践[J].广州化工,2019,47(04):143–145.
- [12] 唐石云,郭俊江,唐安江.常用科研软件 Origin 在化工专业实验教学中的应用探索[J].山东化工,2019,48(03):121–123.